

Evolución en la calidad de los ensilados de maíz: profesionalización de las explotaciones lecheras

Quality evolution of maize silages: professionalization of dairy farms

B. DE LA ROZA DELGADO¹ / A. SOLDADO¹ / M. A. GÓNZÁLEZ¹ /
M. PELÁEZ² / A. MARTÍNEZ FERNÁNDEZ¹

¹Área de Nutrición, Pastos y Forrajes. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA). Crta. Oviedo s/n. 33300 Villaviciosa. Asturias (España). broza@serida.org
²Sociedad Asturiana de Servicios Agropecuarios S. L. (ASA). 33199. Granda. Asturias

Resumen: Para estudiar la evolución de la calidad nutritiva y fermentativa de los ensilados de maíz en las explotaciones lecheras de la Cornisa Cantábrica en los últimos años, se seleccionaron y analizaron 1391 muestras correspondientes a las campañas 2008-2011. Estos resultados fueron comparados con los correspondientes al año 2003, obtenidos en un trabajo previo de estos autores. A pesar de la amplia variabilidad en los diferentes parámetros evaluados, los resultados permiten discriminar claramente entre campañas con intervalos superiores a cinco años, mostrando una evolución positiva a lo largo del tiempo para la calidad nutritiva y fermentativa, con aumento progresivo de la materia seca (MS) y el almidón y disminución de las cenizas, la proteína bruta (PB), la fibra bruta (FB) y las fibras neutro y ácido detergente (FND y FAD). El balance se tradujo en un incremento de las estimaciones de digestibilidad enzimática de la materia orgánica (DEMO) y de la energía metabolizable (EM). Los ensilados mostraron una tendencia hacia la acidificación (p<0,001) y la relación de ácidos láctico/acético mejoró de 2,42 a 2,90 entre 2003 y 2011, lo cual indica que la fermentación fue mayoritariamente homofermentativa.

Palabras clave: maíz ensilado, composición química, metabolitos de fermentación.

Abstract: To study the evolution of the fermentation and nutritive quality of maize silages made in dairy farms allocated on Cantabrian Coastal Area in the last years, we were selected and analyzed 1391 samples corresponding to 2008-2011 maize silage campaigns. These results were compared with those corresponding to the year 2003, included in a previous work of these authors. Despite the wide variability in the different evaluated parameters, the results have allowed to clearly discriminate between campaigns with intervals of more than five years, showing a positive evolution over time in relationship with nutritive and fermentative quality, and improving progressively the DM and starch contents and decreasing the ashes, crude protein (CP), crude fiber (CF) and neutral and acid detergent fibers (NDF and ADF). As a result the work showed an increase in the organic matter enzymatic digestibility (OMED) and metabolisable energy. The silages drawn a trend towards acidification (p<0.001) and the ratio lactic/acetic acids was improved from 2.42 to 2.90 between 2003 and 2011, results that indicate homofermentative fermentation process.

Key words: maize silage, fermentation process, chemical composition.

INTRODUCCIÓN

Los modelos productivos de las explotaciones lecheras en el norte de España se pueden definir a partir del tipo de producción a que dedican la SAU: producir solamente hierba o una combinación, en distintas proporciones, de hierba y cultivos forrajeros (Arango Fernández y Fernández Fano, 2011). Concretamente en Asturias, el cultivo forrajero predominante es el maíz que de forma ordinaria se rota con raigrás italiano y que se incluye en las raciones alimenticias bajo forma de ensilado.

Cada vez con más ahínco, las explotaciones lecheras buscan que su sistema productivo sea capaz de adaptarse a los nuevos retos que se plantean por la desaparición de

las cuotas lácteas en 2015 tratando de optimizar sus recursos para conseguir el mejor resultado económico al menor coste posible, con el fin último de asegurar su supervivencia futura en un entorno más abierto y competitivo (Álvarez Pinilla y Pérez Méndez, 2010).

En este contexto la calidad de los forrajes en las explotaciones lecheras es el factor determinante para la mejora de los resultados económicos de la producción láctea. En lo que respecta al maíz forrajero, gracias a su alto contenido energético y en almidón, su facilidad para ensilar y la posibilidad de integrarlo en los sistemas de alimentación *unifeed*, es el forraje más utilizado en las explotaciones lecheras del norte de España. Estudios anteriores (Martínez *et al.*, 2004) revelan deficiencias de calidad imputables a un aprovechamiento demasiado temprano, consecuencia a su vez de una mala elección del ciclo y/o de la variedad sembrada.

El SERIDA lleva realizando ininterrumpidamente desde 1996 estudios para la evaluación de las variedades de maíz que con más frecuencia son ofertadas por las casas comerciales, con el propósito de conseguir optimizar la rentabilidad del cultivo, dado que las diferencias entre variedades, tanto en producción como en principios nutritivos, son importantes.

Por ello, el objetivo del presente trabajo ha sido estudiar la evolución de la calidad nutritiva y fermentativa de los ensilados de maíz en las explotaciones lecheras asturianas en los últimos años.

MATERIAL Y MÉTODOS

Durante los años 2008 a 2011, se seleccionaron 1391 muestras de ensilados de maíz, que se corresponden con gran parte de las recepcionadas en el Laboratorio de Nutrición del SERIDA para su análisis. Para garantizar la representación del conjunto de las explotaciones asturianas, las muestras fueron recogidas en su totalidad por técnicos de la Sociedad Asturiana de Servicios Agropecuarios, S. L. (ASA), empresa que asesora a los productores de leche principalmente ubicados en el Principado de Asturias y que comercializan sus producciones a través de la Corporación Alimentaria Peñasanta, S. A. (CAPSA). Para el análisis de valor nutritivo de las muestras se utilizaron los modelos de predicción por reflectancia en el infrarrojo cercano (NIRS) desarrolladas en el Laboratorio de Nutrición del SERIDA y acreditadas por ENAC (Acreditación N° LE 430/930), utilizando como métodos de referencia para: materia seca (MS) a 60°C durante 24h; MS final y cenizas (Van der Meer, 1983); proteína bruta (PB) como N Kjeldahl x 6,25 (TECATOR, 1995); fibra bruta (FB, AFNOR, 1981); fibra ácido detergente (FAD, Goering y Van Soest, 1970); fibra neutro detergente (FND, Van Soest *et al.*, 1991); digestibilidad enzimática de la materia orgánica (DEMO, Riveros y Argamentería, 1987); almidón (Soldado *et al.*, 2003). El aporte de energía metabolizable (EM) se estimó según ARC (1980). Además, se llevaron a cabo las determinaciones de pH, medido con electrodo de penetración, y parámetros fermentativos. Para la determinación de estos últimos, se prensó una alícuota de la muestra de ensilado y sobre el jugo

centrifugado y filtrado se determinó el nitrógeno amoniacal (N-NH₃) por destilación con óxido de magnesio; los ácidos grasos volátiles: acético, propiónico y butírico y ácido láctico se determinaron por cromatografía líquida de alta resolución (columna Shodex Ropak KC-811).

Todos los parámetros evaluados fueron contrastados mediante análisis varianza considerando el año como factor de efecto fijo. Además, se efectuó un análisis discriminante para la clasificación de las muestras/año. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el paquete estadístico SAS (1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran los intervalos de variación y la desviación estándar de los principios nutritivos y parámetros fermentativos así como la estimación del contenido energético de los ensilados de maíz en los años 2009 y 2011. Además para hacerse idea de la evolución en estos años se han incorporado al estudio los valores correspondientes al año 2003, incluidos en un trabajo previo de estos autores (Martínez *et al.*, 2004).

Tabla 1. Intervalo de variación y desviación estándar de la calidad nutritiva y parámetros fermentativos en ensilados de maíz en diferentes campañas.

	2003 (n=142)		2009 (n=364)		2011 (n=382)	
	Intervalo	σ	Intervalo	σ	Intervalo	σ
Materia seca (%)	22,38-44,57	4,11	20,53-48,39	3,81	24,06-46,02	3,66
Cenizas*	2,25-11,62	1,22	2,24-6,43	0,70	1,62-11,78	0,78
Proteína bruta*	5,17-11,09	0,88	5,52-10,61	0,76	4,26-9,50	0,80
FND*	32,05-59,39	4,81	34,24-62,44	4,89	33,83-56,64	3,74
FAD*	20,20-33,94	2,75	21,12-38,69	3,19	20,38-34,09	2,22
FB*	17,88-32,62	2,64	5,65-31,08	2,85	16,29-27,95	1,85
Almidón*	14,68-49,42	6,05	8,98-42,17	5,53	15,73-44,56	4,65
DEMO (%)	49,99-75,80	4,13	50,83-76,64	4,16	58,30-77,80	3,13
EM (MJ*kg MS ⁻¹)	8,27-12,84	0,73	8,32-12,47	0,69	9,17-12,60	0,55
pH	3,34-4,73	0,25	3,03-4,27	0,21	3,06-5,20	0,22
Ácido láctico*	0,37-7,34	1,29	0,17-27,23	2,88	0,05-14,60	1,44
Ácido acético*	0,00-7,69	1,19	0,00-13,22	1,14	0,10-5,07	0,84
Ácido propiónico*	0,00-0,70	0,06	0,00-0,94	0,14	0,00-0,84	0,10
Ácido butírico*	0,00-1,78	0,16	0,00-3,14	0,32	0,00-0,90	0,07
N-NH ₃ (% sobre N total)	--	--	0,28-14,73	3,08	1,13-12,28	1,73

FND: Fibra neutro detergente; FAD: Fibra ácido detergente; FB: Fibra bruta; DEMO: Digestibilidad enzimática de materia orgánica neutro detergente celulasa; EM: Energía metabolizable; σ: Desviación típica; *: % referidos a MS

En general se mantiene una amplia variabilidad en los diferentes parámetros evaluados. Respecto al contenido en MS se considera que valores inferiores al 25 %, disminuyen el rendimiento del cultivo y ponen en peligro el proceso fermentativo, y valores superiores al 45%, suponen un estado fenológico demasiado avanzado para su

aprovechamiento como ensilado. En cuanto al contenido proteico, singularmente bajo en este cultivo, Mier (2009) considera que el nivel óptimo de PB en un forraje de maíz para ensilar ha de estar comprendido entre 7 y 10 % sobre MS, y si lo superan significa que el corte fue demasiado temprano, hecho observable en este trabajo, excepto para los ensilados correspondientes al año 2011. Con respecto al contenido en almidón y energía, también se observa un amplio rango de valores, relacionado no sólo con las distintas variedades de maíz empleadas, sino de acuerdo con el párrafo anterior, con los diferentes estados de desarrollo del cultivo.

En la calidad fermentativa, los valores de pH en su mayor parte no comprometen el proceso fermentativo, hecho que se pone de manifiesto con contenidos en ácido láctico en general elevados, escasa fermentación secundaria y mínima degradación de la proteína inicial.

El análisis discriminante realizado (ver tabla 2) muestra claras diferencias entre los ensilados en el tiempo. De hecho, un 91,91 % de las muestras correspondientes al año 2003, han sido correctamente clasificadas como correspondientes a ese año, lo que podría ser imputable a la elección de variedades, pero también en gran medida a la evolución de la calidad nutritiva y fermentativa. En 2008, han sido correctamente clasificados en su campaña el 78,65 %. En cuanto a los ensilados del 2009 se diferencian claramente de los del año 2003, pero no con respecto a 2008, 2010 y 2011. Este mismo efecto se observa en 2010 y 2011.

Tabla 2. Porcentaje de aciertos en la clasificación de los ensilados de maíz según años, de acuerdo al análisis discriminante.

Año	2003	2008	2009	2010	2011
2003	91,91	5,88	1,47	0,74	0,00
2008	3,93	78,65	7,30	3,93	6,18
2009	3,07	29,89	27,93	17,32	21,78
2010	0,50	5,79	9,32	54,16	30,23
2011	0,26	4,45	9,16	20,94	65,18

En la tabla 3 se recogen los valores promedio para los años 2003, 2009 y 2010 y las diferencias significativas entre años para los diferentes parámetros.

Se encontró un aumento progresivo de la MS y almidón con la consecuente disminución de cenizas, PB, FB, FND y FAD. Ello se tradujo en un incremento de las estimaciones de digestibilidad enzimática de la MO (DEMO) y energía metabolizable (EM) que superan los valores recomendados por Argamentería *et al.* (1997) para un ensilado de maíz de calidad.

Tabla 3. Valores promedio de la calidad nutritiva y parámetros fermentativos en ensilados de maíz en diferentes campañas.

	2003	2009	2011
Materia seca (%)	30,13 ^b	29,92 ^b	31,84 ^a
Cenizas	4,22 ^a	4,12 ^a	3,51 ^b
Proteína bruta	7,75 ^a	7,53 ^b	7,32 ^c
FND*	45,43 ^a	44,62 ^a	42,92 ^b
FAD*	26,24 ^b	27,73 ^a	26,14 ^b
FB*	23,06 ^a	22,43 ^b	21,52 ^c
Almidón*	30,71 ^b	29,64 ^c	33,65 ^a
DEMO (%)	64,20 ^c	66,63 ^b	68,96 ^a
EM (MJ*kg MS ⁻¹)	10,8 ^c	10,9 ^b	11,3 ^a
pH	3,87 ^a	3,54 ^c	3,62 ^b
Ácido láctico*	4,12 ^b	4,89 ^a	4,98 ^a
Ácido acético*	1,70	1,73	1,72
Ácido propiónico*	0,01	0,03	0,03
Ácido butírico*	0,03 ^b	0,1 ^a	0,01 ^b
N-NH ₃ (% sobre N total)	--	6,94 ^a	5,58 ^b

FND: Fibra neutro detergente; FAD: Fibra ácido detergente; FB: Fibra bruta; DEMO: Digestibilidad enzimática de materia orgánica neutro detergente celulosa; EM: Energía metabolizable; *: % referidos a MS
a, b, c: En la misma fila valores seguidos por letras diferentes indican diferencias significativas (P<0,05)

La evolución de los parámetros que definen la calidad de la fermentación de los ensilados muestra una tendencia hacia la acidificación (p<0,001). De acuerdo con los resultados de la comparación de medias para los contenidos en N-NH₃, la proteólisis fue algo más intensa en 2009 (p<0,001), quizás relacionado con el mayor contenido en PB del forraje en ese año. Sin embargo, teniendo en cuenta el baremo del INRA (1979), las medias para estos parámetros en los ensilados presentan una calidad fermentativa buena, con contenidos en N-NH₃ inferiores al 10% y cercanos a la clasificación de excelentes según Beever (1996), que manifiesta que ensilados con un porcentaje entre 0% y 5% de N-NH₃ son ensilajes de excelente calidad fermentativa. Este hecho también se pone de manifiesto en la relación láctico/acético, que mejoró de 2,42 a 2,90 entre 2003 y 2011. Estos resultados indican que la fermentación fue mayoritariamente homofermentativa, y encaminada a la producción de ácido láctico, con escasa presencia de fermentaciones secundarias, y ausencia casi total de fermentación butírica (Woolford, 1984).

CONCLUSIONES

El estudio de la evolución de la calidad de los ensilados de maíz muestra claras diferencias en el tiempo permitiendo realizar una discriminación entre campañas con intervalos superiores a cinco años.

Se observa una evolución positiva de la calidad de los ensilados en el tiempo lo que representa una mejora en la rentabilidad de las explotaciones agroganaderas, al disminuir significativamente la necesidad de compra de alimentos.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean mostrar su agradecimiento al INIA por la financiación del proyecto RTA-2010-00128. Así mismo desean mostrar su agradecimiento al personal del Laboratorio de Nutrición del SERIDA, al personal técnico de ASA y a Alfonso Carballal técnico en informática del Área, sin cuya colaboración habría sido imposible la realización de este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFNOR (1981). Cellulose Brute, Méthode CCE 4eme Directive Norme NF V 03-.040. En: *Aliments des Animaux. Méthodes d'analyse*. Ed. AFNOR.
- ÁLVAREZ PINILLA A., PÉREZ MÉNDEZ J. A. (2010). *Acciones de Futuro para el Sector Lechero en la Cornisa Cantábrica*. Oviedo, España: Centro Nacional de Competencia de la Leche. Gobierno del Principado de Asturias.
- ARANGO FERNÁNDEZ J., FERNÁNDEZ FANO B. (2011). *Tablero de Gestión de la explotación Lechera (TAGEL)*. Granda-Siero, España: Central Lechera Asturiana Sociedad Agraria de Transformación.
- ARC (1980). *The nutrient requirements of ruminant livestock*. Reino Unido: Commonwealth Agric. Bureaux.
- ARGAMENTERÍA A., ROZA B. de la, MARTÍNEZ A., SANCHEZ L. Y MARTÍNEZ A. (1997). *El ensilado en Asturias*. Oviedo, España: Ediciones Servicio de Publicaciones del Principado de Asturias. Centro de Investigación Aplicada y Tecnología Agroalimentaria (C.I.A.T.A.).
- BEEVER D. (1996). Characterization of forages: appraisal of current practice and future opportunities. En: Garnsworthy, P. y Cole, D. (Eds) *Recent developments in ruminant nutrition III*, pp 113-127. Nottingham, UK: Nottingham University Press.
- GOERING H. K. Y VAN SOEST P. J. (1970). Forage Fiber Analyses (Apparatus Reagents, Procedures and Some Applications). *Agriculture Handbook N° 379*. Agriculture Research Service. United States Department of Agriculture.
- INRA (Institut National de la Recherche Agronomique). (1979). *Alimentation des ruminants*. Versailles, Francia: INRA publications.
- MARTÍNEZ A., FERNÁNDEZ O., SOLDADO A., PELÁEZ M., CARBALLAL A., MODROÑO S., GALIANO R., ROZA B. de la Y ARGAMENTERÍA A. (2004). Incidencia del análisis físico-químico y metabolitos de fermentación en la calidad nutritiva de ensilados de maíz. En: García Criado B. et al. (Eds) *Pastos y Ganadería Extensiva*, pp 267-271. Salamanca, España: SEEP.
- MIER M. (2009). *Caracterización del valor nutritivo y estabilidad aeróbica de ensilados en forma de microsilos para maíz forrajero*. Tesis de Máster. Universidad de Córdoba, Córdoba, España.

- RIVEROS E. Y ARGAMENTERIA A. (1987). Métodos enzimáticos de la predicción de la digestibilidad in vivo de la materia orgánica de forrajes. I. Forrajes verdes. II. Henos. III. Ensilados y pajas. *Avances en Producción Animal*, 12, 49-75.
- SAS, 1999. SAS (Statistical Analysis System) Institute, SAS/STATTM. *User's guide.*, SAS North Carolina, USA: Institute, Inc. 10. Carry.
- SOLDADO A., FERNÁNDEZ O., MARTÍNEZ A. Y ROZA B. de la (2003). Estudio comparativo de métodos analíticos para la determinación del contenido en almidón en ensilados de maíz. En: Robles A.B. et al. (Eds) *Pastos, desarrollo y conservación*, pp. 297-303. Granada, España: SEEP.
- TECATOR (1995). *Application Note, AN 300. The determination of nitrogen according to Kjeldahl using block digestion and steam distillation*. Sweden: Perstorp Analytical.
- VAN DER MEER J. M. (1983). C. E. C. *Workshop on methodology of feedingstuffs for ruminants. European in vitro Ringtest Statistical Report*. Concept Report 155. The Netherlands.
- VAN SOEST P. J., ROBERTSON J. B. Y LEWIS B.A. (1991). Methods for dietary, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.
- WOOLFORD M. (1984). *The silage fermentation*. New York, USA: M. Dekker, Inc (Ed).